LDD 系列智能数字压力变送器
技术手册

Jan ,2003　　PRELIMINARY VERSION

江门市利德信息技术有限公司

LEADER IT Co Ltd - 116,Jianghuali,Jianghua Road,Jiangmen City,GD,PRC
Tel: +86 750 3166800　Fax: +86 750 3388669　BQQ: 7284 6056
http://www.leaderit.cc - e-mail: leader@leaderit.cc

目 录

1．LDD 系列智能数字压力变送器概述..... 3

ⅰ）基本特征..... 3

ⅱ）智能数字压力变送器原理及系统框图..... 4

ⅲ）数字通信..... 5

2．LDD 系列智能数字压力变送器产品包装..... 6

ⅰ）智能数字压力变送器主体..... 6

ⅱ）应用软件 CD-ROM..... 6

ⅲ）产品使用手册..... 7

ⅳ） RS485 适配器(选购件)..... 7

3．LDD 系列智能数字压力变送器的安装..... 7

ⅰ）系统网络的构成..... 7

ⅱ）压力通路及电气连接..... 8

ⅲ）关于网络传输距离与速度..... 9

4．LDD 系列智能数字压力变送器通信协议和命令..... 10

ⅰ）ASCII 命令格式、命令码及注解..... 10

ⅱ）二进制命令格式、命令码及注解..... 17

ⅲ）出错信息..... 19

5．LDD 传感器中 SDI-12 通讯协议的使用..... 19

ⅰ）**概述**..... 19

ⅱ）**SDI-12 的波特率和位结构格式**..... 20

ⅲ）**LDD 产品中的 SDI-12 协议**..... 20

6．零位与满量程的校正..... 20

ⅰ）用去皮重和比例因子修正零位和满度输出..... 21

ⅱ）用调校命令对零位和满度进行校正..... 22

附录 A：计算机串口通信软件“*超级终端*”使用简介..... 23

附录 B：压力单位换算表..... 25

附录 C：变送器接触介质部分耐腐蚀材料的选用参考表..... 26

1.LDD 系列智能数字压力变送器概述

LDD 系列智能数字压力变送器是江门市利德信息技术有限公司采用国际上最新的传感器技术和数字处理技术研发的新一代压力变送器，它是传统模拟压力变送器的替代产品，具有高精度、高可靠性、使用安装方便等特点。

LDD 系列数字压力变送器采用低功耗、宽电压设计。在不进行数字通讯的情况下，功耗不大于 6mA。电压范围是直流 12VDC~24VDC。既可用太阳能和蓄电池供电，也可以采用工业现场的 24VDC 供电。

LDD 系列数字压力变送器采用 RS485 通讯协议，半双工工作方式，最高通讯速率 57600BPS。采用简单的 ASCII 码命令格式并兼容二进制命令格式，方便使用。最高采样速度 10 次/秒。该变送器可以通过 RS485 总线组成双绞线网络，特别适用于计算机控制系统中。

LDD 系列产品包括 LDD1000 数字液位变送器、LDD2000 数字压力变送器、LDD3000 智能数字压力变送器等系列产品。

ⅰ）基本特征

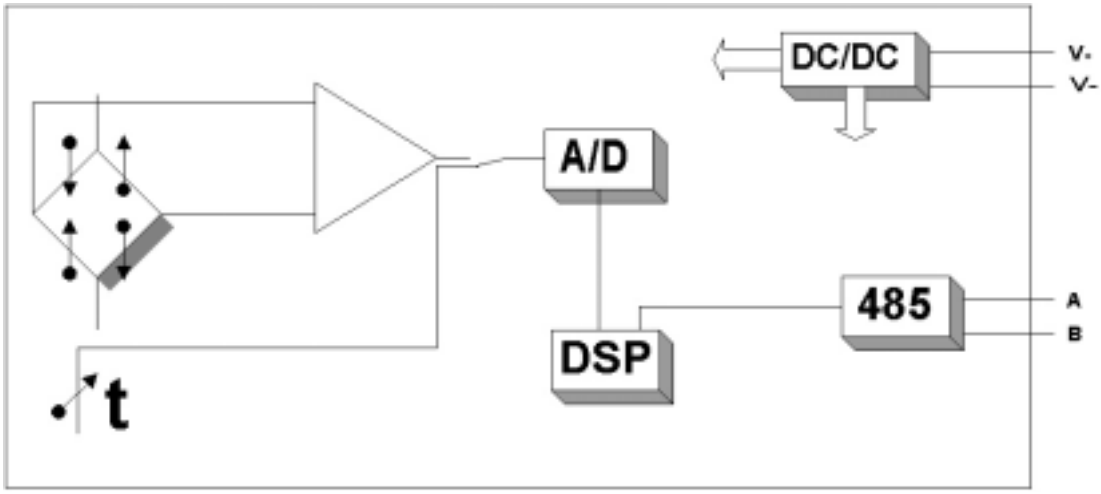
- 高精度的压力输出，精度为 0.05%FSO。
- 数字输出，直接读取压力值，读数分辩率小于 0.01%。
- 同时提供高精度的温度数字输出，精度为±1℃。
- 支持 RS485 双绞线网络，可带载 32 个 LDD 系列变送器。多于 32 个时，需加 RS485 中继器。
- 低功耗，静态电流小于 6mA，宽直流电压供电范围：12V~24V。适合蓄电池或太阳能供电。
- 任意切换九种常用的压力单位 MPa，KPa，PSI，Kg/cm^2，mH_2O，Bar，mmHg，atm，usr。各压力单位之间切换所带来的误差小于 0.01%FSO。
- 去皮重功能，在任意的压力点，使当时的数字输出平移到 0，而不影响 LDD 产品

的输出灵敏度。

- 比例因子功能，可以设置 0.75~1.25 之间的比例因子，使当前的数字输出等于当前压力值与比例因子的乘积。在液位测量时，可以设置比例因子等于液体的比重的倒数，使数字输出直接等于当前的液位高度。
- 内嵌 DSP，对 LDD 进行数字处理，用分段多项式拟合的方法进行数字补偿，包括全温度范围的压力非线性补偿、零位和灵敏度的补偿等。
- RS485 半双工串行异步数字通讯接口，有 7 种通讯速率可供选择，分别是（BPS）：1200，2400，4800，9600，19200，38400，57600。数字通讯接口的工作协议为：1 位开始位，8 位数据位，1 位停止位。传输距离 1200 米。命令返回延迟时间约 10ms。
- 每一个 LDD 的地址都可更改。ASCII 码命令的地址范围是 ASCII 字符的 0~9，或 A~Z，或 a~z。
- ASCII 命令格式和二进制命令格式，两种格式可同时使用，方便用户的使用和二次开发
- 专用的零位和灵敏度（满量程）校正命令，方便 LDD 系列产品的调校。
- 压力读数刷新周期 100 毫秒(采样频率 10 次/秒)。初始上电稳定周期 2 秒。

ⅱ）智能数字压力变送器原理及系统框图

LDD1000 系列数字压力变送器内嵌 DSP，并包含有温度传感器， A/D 转换器等。敏感组件的模拟输入信号经 A/D 转换后进入 DSP，在 DSP 中对信号进行处理，计算出精确的压力值，再把该资料经 RS485 输出。DSP 对信号的处调理包括对敏感组件非线性的补偿和温度补偿，对信号噪声的滤波等等。对敏感组件的非线形补偿和温度补偿采用分段多项式拟合算法，确保每一个压力、每一个温度下的输出精度。图（1）为 LDD 系列数字压力变送器的原理框图：



图（1）LDD 系列数字压力变送器的原理框图

ⅲ）数字通信

所有的 LDD 产品均使用 RS485 作为数字接口，经 RS485 数字接口接收主控计算机、单片机的命令，输出压力值、温度值/，修改参数、调校误差等等。数字接口通讯的主要参数为：

串行传输速率：1200，2400，4800，9600，19200，57600 可选。

工作协议：1 位开始位，8 位资料位，1 位停止位，无奇偶校验位。

命令返回延迟时间：约 10 毫秒。

传输距离：1200 米。

RS485 是一种异步方式的串行通讯标准接口，只有两根信号线，称为：RS485 正相端和 RS485 反相端，分别记为 :RS485A 和 RS485B。在信号传输的过程中 RS485A 和 RS485B 的电平总是相反的，使用 RS485A 与 RS485B 的电平差来区分信号，当 RS485A 的电平高于 RS485B 时为信号“ 1 ”、否则为信号“ 0 ”。RS485 的这种传输方式大大提高了信号的抗干扰能力。传输距离在 19200BPS 使用 24AWG 电缆时可达到 1200 米，加 RS485 中继器后可使传输距离大于 1200 米。

RS485 使用半双工的工作方式，即发送和接收使用同样的信号线 — 分时使用。例如，主控机首先使用 RS485 发送 P0 命令到 LDD 产品，此时称 RS485 归主控机使用。主控机的命令发送完毕后，立即释放 RS485 进入接收等待状态，这时 RS485 总线处于“ 空闲 ” 状

态，当 LDD 产品响应 P0 命令后，同样使用 RS485 发送返回信息（压力值），此时

称 RS485

归 LDD 产品使用。主控机接收到 LDD 产品从 RS485 传回的压力值后，RS485 总线重新处于

“ 空闲 ” 状态，直到主控机下次发送命令。从 LDD 产品接收到命令到 LDD 产品响应命令开始发送返回信息的时间间隔称为命令返回延迟时间。LDD 产品的命令返回延迟时间约为 10 毫秒，主控机端必须在 10ms 之内，将 RS485 从发送状态稳定地切换到接收状态，否则将会丢失从 LDD 产品返回的信息。

与计算机的 RS232 接口、各种单片机的 UART 口一样，RS485 也是一种异步串行通讯接口。LDD 系列数字压力变送器支持各种常用的通讯速率（串行传输速率），分别是（BPS）：1200，2400，4800，9600，19200，57600。采用 1 位开始位，8 位资料位，1 位停止位，无奇偶校验位的工作协议。主控机的工作协议和串行传输速率必须和 LDD 产品的一致。

2. LDD1000 系列智能数字压力变送器产品包装

LDD1000 系列智能数字压力变送器产品包装内包含：

智能数字压力变送器主体	1 只
应用软件 CD-ROM 光盘	1 张
产品使用手册	1 本
RS485 适配器（选购件）	1 个

ⅰ）智能数字压力变送器主体

产品使用前请确认压力量程及压力介质是否与使用环境相符，产品采用全密封设计装配，切勿自行拆卸。

ⅱ）应用软件 CD-ROM 光盘

应用软件 LDD-TOOLS 是基于 Win95/98 或 Win2000 操作平台的 LDD1000 系列智能数字压力变送器的工具软件。除产品测试软件外，光盘中还包括有二次开发应用模块及应用设计范例，供用户参考。

ⅲ）产品使用手册

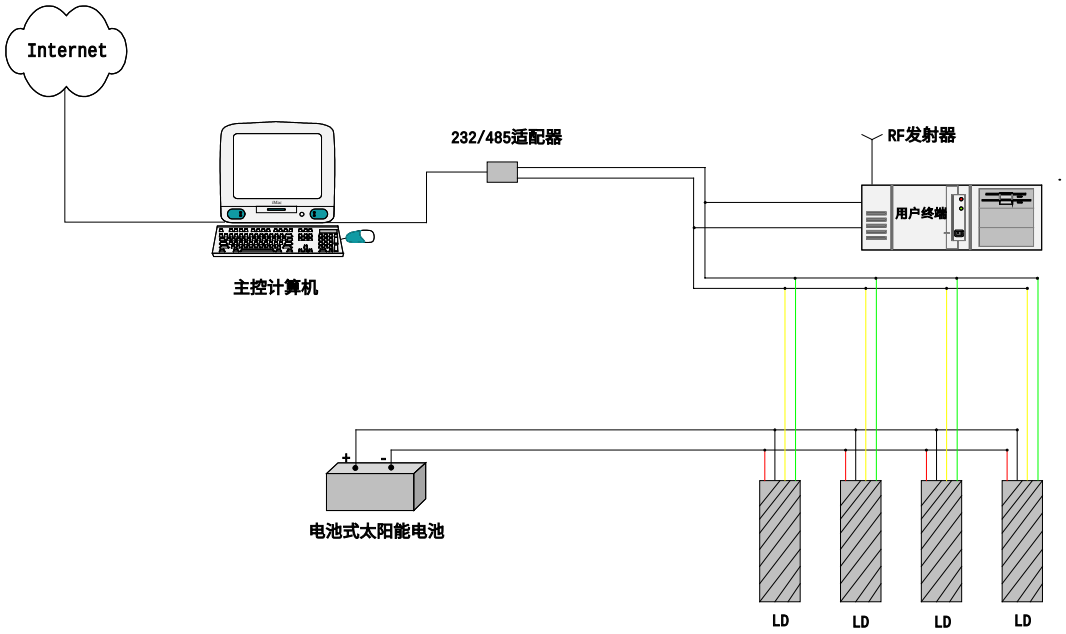
产品使用手册包括：产品技术手册，产品说明书

ⅳ） RS485 适配器(选购件)

应用 RS485 适配器将计算机的 RS232 的信号转换为 RS485 协议，以便直接连接到 LDD 产品的数字接口。

3. DD1000 系列智能数字压力变送器的安装

ⅰ）系统网络的构成



图（2）LDD 产品的网络化应用

用 LDD 系列产品的 RS485 总线可以很容易的组成一个网络，可以将最多 32 个变送器或其它 RS485 设备挂在同一个总线上，如图（2)。如加入 RS485 中继器可连接更多的 LDD 产品。

在 RS485 总线的最远端串接 120 欧姆的匹配电阻。

在网络化应用时主控机是通过地址码区分总线上的 LDD 产品的，因此，在网

络化应用时必须保证总线上的 LDD 产品的地址码各不相同。主控机在每一个命令前都有地址码，区分是向哪一个 LDD 产品发送的命令。可用 ma 命令修改地址码。地址码的取值范围是 ASCII 码的 0~9，A~Z，a~z。

ii）压力通路及电气连接

- 压力接口通常采用 M12x1.0 外螺纹，可用端面密封。
- 电源供应采用直流 12~24VDC/50mA 以上的带负载能力（仅一只 LDD 时）。
- 若用计算机与 LDD 产品通讯，需将 RS232/RS485 转换器接入计算机的 RS232 串口接口。

- LDD 产品通常有四根电气引线，其定义如下：

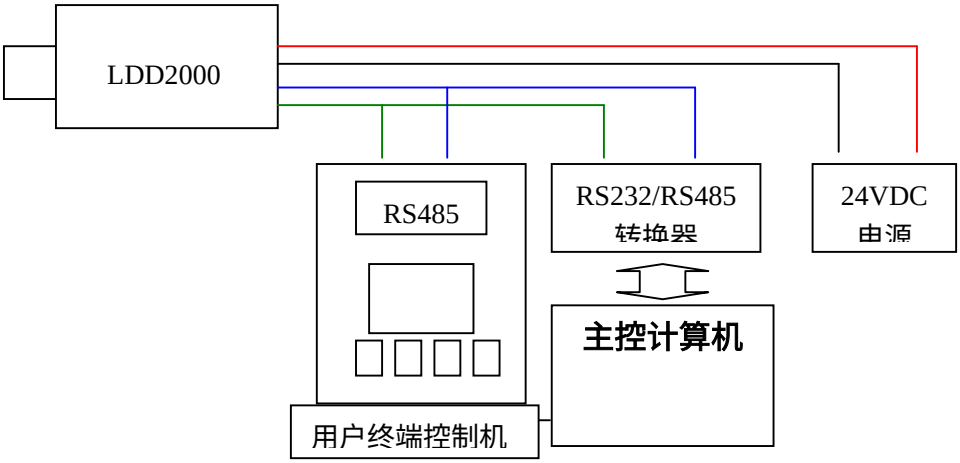
  1----------正电源，+V，红色

  2----------负电源，0V，黑色

  3----------RS485 总线正向极 A， 兰色

  4----------RS485 总线反向极 B，绿色（或黄色）

分别将红色和黑色引线接入电源，兰色和绿色引线接入 RS485 总线。如图（3）



图（3） LDD 产品的接线示意图

- 运行 LDD TOOLS 或“超级终端”即可与 LDD 通讯。

ⅲ）关于网络传输距离与速度

LDD1000 系列产品通过 RS485 数字输出的通信接口，最快可达 57600BPS 的传输速度，传输的距离与速度等因素有关。当使用 9600BPS 的串行传输速率并 24AWG 双绞线时，可达到 1200 米的传输距离。

4. LDD 系列智能数字压力变送器通信协议和命令

ⅰ）ASCII 命令格式、命令及注解

LDD 系列产品的 ASCII 命令格式如下：

命令： # a C C d d d d ↙

是 LDD 命令的前导码，每一个 LDD 命令都以 # 开头。

a 是 LDD 命令的地址码，用于区分该命令是发给哪一个 LDD 的。可用 % 作为万能地址码，LDD 产品除响应与自己地址相符的命令外，所有的 LDD 还响应地址为 % 的命令。

C C 命令由两个英文字母组成，可分为两种命令，读命令和写命令。

d d d d 命令参数，由 1~6 个十进制或十六进制数字组成

↙回车码，ASCII 码的 13（0DH），是 LDD 的命令结束码

一旦 LDD 产品收到与自己地址码相符的合法命令，除 RS 命令外，都要返回 ASCII 格式的值。

返回： * D ↙

* 是 LDD 返回的前导码，每一个 LDD 命令返回都以 * 开头。

D 是返回值，有可能是字符串，数字等。

↙ 回车码，ASCII 码的 13（0DH），是 LDD 返回的结束码

万能地址：%是 LDD 系列产品的万能地址码，无论 LDD 自己的地址是多少，都

要响应地址码为%的命令。当 RS485 总线上***只接有一只 LDD*** 时，才能使用 % 作为地址发送命令。否则将产生总线竞争，有可能会损坏 LDD 产品

LDD 系列智能数字压力变送器 ASCII 命令及注解

读命令				
命令	描述	命令参数	命令举例	回送举例
P0	读当前压力值	无	#1P0↙	*+001.123↙
T0	读当前温度值	无	#1T0↙	*-12.5↙
A？	读地址码	无	#1A？↙	*1↙
U？	读当前使用的压力单位	无	#1U？↙	*2—PSI↙
F？	读满量程值	无	#1F？↙	*010.000↙
P？	读比例因子	无	#1P？↙	*00.985↙
S？	是否去了皮重	无	#1S？↙	OFF↙
SS	读工厂信息	1~5	#1SS1↙	LDD1000↙
RS	软件复位	无	#1RS↙	无
写命令				
mu	修改压力输出单位	0~8	#1mu2↙	*mu Done↙
ma	修改地址码	0~9，A~Z	#1ma2↙	*ma Done↙
mb	修改串行通信的波特率	0~7	#1mb4↙	无
sz	平移到零点	无	#1sz↙	*sz ON↙
调校命令				
cz	零点校位	无	#1cz↙	*cz Done↙
cf	满量程校正	无	#1cf↙	*cf Done↙
st	保存 cz 和 cf 校正后的参数	无	#1st↙	*st Done↙

P0 （Pressure Output）读当前的压力值

P0 是 LDD 系列产品最主要的命令，读当前的压力值，返回为固定长度的 10 位字节字符串。例如，读地址为 1 的 LDD 的压力值

命令 ： **#1P0↙**

返回 ：***+000.120↙**

表示地址为 1 的 LDD 当前的压力为+0.120。压力的单位可用命令“ U？ ”确定，当使用不

同的单位时，返回字符的小数点位置可能不同。而在同一压力单位的情况下，小数点的位置是固定的。在使用单片机与 LDD 通讯时需要注意，当用“ mu”改变压力单位后，要重新确定小数点的位置。

如果比例因子不等于 1， 则 P0 的返回值是实际压力值与比例因子的乘积。

T0 （Temperature Output）读当前的温度值

返回为固定长度的 7 位字节字符串。小数点保留一位。例如：

命令 ： **# 1T0↙**

返回 ： ***+27.3↙**

表示地址为 1 的 LDD 当前的温度为+27.3℃

A？（Address？） 读 LDD 的地址码

返回为固定长度的 3 字节字符串。例如：

命令： **# 1A？↙**

返回： ***1↙**

表示有地址为 1 的 LDD 产品在 RS485 总线上，否则，无返回。在网络应用时，如有多个 LDD 产品在同一条 RS485 总线上，可用 A？命令搜索挂在总线上所有的 LDD 产品。方法如下：依次执行命令“#1A？↙”， “#2A？↙”,“#3A？↙” ……“#AA？↙”,“#BA？↙” …….“#ZA？↙”。如有返回字符串，并与地址码相同，表示有该地址的 LDD 产品在总线上。

地址码的取值范围是 ASCII 码的 0~9，A~Z，a~z。%是 LDD 产品的万能地址码。当仅接有一只 LDD 时，可使用 % 作为地址的 A？命令，读该只 LDD 的地址。例如：命令 #%A？↙， 返回 *6↙，表示该只 LDD 的地址是 6。

U？（Unit?）) 读当前使用的压力单位，

直接返回当前使用压力单位的字符串。例如：

命令： **# 1U？↙**

返回： ***3—Kg/Cm²↙**

表示有地址为 1 的 LDD 产品目前使用的压力单位是 Kg/cm²，LDD 共有九种压力单位可供选择，它们是 0—Kpa，1—Mpa，2—PSI，3—Kg/cm²，4—mH_2O，5—Bar，6—mmHg，，7—atm，

8—usr（自定义），返回的字符串（压力单位）前有一个顺序数，该顺序数的设立是为了用户在单片机上进行二次开发编程的方便。有关 usr 单位的定义请参考命令 mu。另外，选择不同的压力单位，使用修改压力单位命令 mu。

F？ （FSO？）读满量程的压力值，

返回当前压力单位下的满量程值，例如：

命令： **# 1F？↙**

返回： ***015.000↙**

在不同的压力单位下满量程值是不相同的， F？命令的返回值也发生相应的改变。

P？ （Proportion?）读压力输出的比例因子

返回当前的比例因子，例如：

命令： **# 1P？↙**

返回： ***00.985↙**

表示比例因子为 0.985。此时 PO 的返回值比实际的压力小（是实际的压力的 0.985 倍）。

所有 PO 命令都是返回当前的压力值与比例因子的乘积，通常情况下比例因子

为 1，不会影响到 P0 的返回值。比例因子主要用于测量液位时，液位高度与压力不匹配的场合。

即比例因子用于校正液体密度不等于 1 时，压力与液位的误差。

例如液体比重的倒数(比例因子)为 δ=1.021，压力单位为(米水)mH_2O，当压力为 Pressure=11.250 mH_2O，则 P0 的返回值将返回实际液体高度(H=Pressure xδ)的米值，H=11.25 x 1.021=11.486 m 高，即返回 *+011.486↙.

比例因子只能在工厂提供的软件 LDD Tools 中设置。并且，一旦设定后用户不能更改压力单位,否则比例因子将复位到 1.000。

比例因子的取值范围是：0.75~1.25

S？（Shift To Zero?）是否已有“平移到零”操作（是否有皮重）？

返回当前“去皮重”操作的状态，如已去皮重返回*ON↙，否则如无去皮重返回*OFF↙。

例如：

命令： # 1S？↙

返回： *ON↙

有关去皮重，请参考去皮重的开关命令 SZ。

SS（Signature Strings）读工厂信息

SS 命令带有一位十进制数字的命令参数，取值范围 0~4，其参数的意义为：

SS1：返回产品的型号。

SS2：返回产品的生产厂商。

SS3：返回产品的生产日期。

SS4：返回产品软件的版本号。

SS5：返回产品序列号。

例如：

命令： # 1SS2↙

返回： *20020315↙

生产日期为 2002/3/15。

RS （Reset）软件复位

RS 命令软件复位地址码指定的 LDD 产品，无返回值，例如：

命令： **# 1RS↙**

返回：

mu （Modify Unit）修改压力单位

LDD 系列产品有九种压力单位可供选用，它们依次是 0-Kpa，1-Mpa，2-PSI，3-Kg/cm^2，4-mH_2O，5-Bar，6-mmHg，7-atm，8-usr。mu 命令带有一位十进制数字的命令参数，取值范围 0~8，其参数值分别按顺序代表对应的压力单位。例如：

命令： **# 1mu2↙**

返回： ***mu Done↙**

将地址 1 的 LDD 产品的压力单位改为 PSI。

有关各压力单位的定义和它们之间的换算请参见附录 A，第九个压力单位 usr 是用户自定义单位，由工厂根据用户的要求定义，如用户无特别要求，出厂时设定该单位为百分比，即该单位的满量程输出为 100.00（表示 100.00%），可用于测量各点压力到达满量程的程度。

为保证各压力单位之间切换的换算精度小于 0.01%，和切换后 PO 命令的分辨率小于 0.01%，同时考虑到 LDD 系列产品内 DSP 本身的运算开销，LDD 系列产品规定满量程的数值范围是 1.0000~60000 之间。如果压力单位切换后使满量程的数值超出了范围，则 LDD 将拒绝 mu 命令，不切换，而返回：Err 。压力切换后，应用 U？命令检查是否是正确的压力单位。

压力单位切换到新的单位，会使比例因子复位到 1。

ma （Modify Address）修改地址

LDD 系列产品的地址是一位数字或字母。地址范围为 0~9、A~Z，a~z。 mu 命令带有一位十进制 0~9 数字或 A~Z、a~z 字母的命令参数，该参数为将改为的新的地址

码。如 LDD 产品成功的执行了 ma 命令将返回 *ma Done↙，例如：

命令： **# 1maF↙**

返回： ***ma Done↙**

将地址 1 的 LDD 产品的地址改为 F。地址修改后，用#FA？↙命令串检查，应返回*F↙。

mb （Modify Baud Rate）修改串行通讯的波特率

mb 命令带有一位十进制 0~6 数字的命令参数，其参数值分别按顺序代表对应的波特率。LDD 系列产品使用 RS485 半双工的串行通讯，有 7 种通讯的波特率可供选用，它们按命令参数 0~6 依次代表 0：1200，1：2400，2：4800，3：9600，4：19200，5：38400，6：57600。

例如：

命令： **# 1mb3↙**

返回： 无

将地址 1 的 LDD 产品串行通讯的波特率改为 9600。波特率，无返回字符串。修改后立即

将主控机的波特率也相应改为 9600，再用其它的命令（例如，#1FO↙或#1SS1↙），检查是否通讯正常。

sz （Shift To Zero）“平移到零”(去皮重)

sz 命令将当前点置为“零”，即去皮重。sz 命令是一个开关命令，每执行一次 sz 命令将循环“打开/关闭” 置“零” 功能，即“去皮重/不去皮重”。执行 sz 命令后，如关闭“去皮重”，返回*sz OFF↙，如打开“去皮重”，返回*sz ON↙。例如：

命令： **# 1sz↙**

返回： ***sz ON↙**

将地址 1 的 LDD 产品去皮重。此时如压力保持不变，P0 命令的返回值一定是 0。有关 sz 命令的详细介绍以及与 cz 的区别，请参看后面“零位和灵敏度的校正”

一节。

cz （Calibrate Zero） 零位校正

cz，cf 分别是零位和满量程校正命令，必须在计量室中，并配备高精度的压力标准下进行。在 20℃的室温下，将压力设置为零压，保持足够长的时间，使 LDD 产品的输出稳定，执行 cz 命令将当前点置为零。如 LDD 成功的执行了 cz 命令将返回 *cz Done↙， 例如：

命令： **# 1cz↙**

返回： ***cz Done↙**

cz 和 cf 命令的参数并没有存入，一旦重新上电或 RS 软件复位，将重新加载原有的零位和满量程参数。如要存入 cz 和 cf 命令的参数，用 st 命令。

cf （Calibrate FSO） 满量程校正

cz，cf 分别是零位和满量程校正命令，必须在计量室中，并配备高精度的压力标准下进

行。在 20℃的室温下，将压力设置为满量程，保持足够长的时间，使 LDD 产品的输出稳

定，执行 cf 命令将当前点置为满量程。如 LDD 成功的执行了 cf 命令将返回 *cf Done↙， 例如：

命令： **# 1cf↙**

返回： ***cf Done↙**

cz 和 cf 命令的参数并没有存入，一旦重新上电或 RS 软件复位，将重新加载原有的零位和满量程参数。如要存入 cz 和 cf 命令的参数，用 st 命令。

st （Store） 存入零位和满量程参数

st 命令将用 cz，cf 命令对 LDD 产品的零位和满量程校正后的参数保存。如 LDD 成功的执行了 st 命令将返回 *st Done↙，例如：

命令： **# 1st↙**

返回： ***st Done↙**

ⅱ）二进制命令格式、命令码及注解

LDD 系列产品的二进制命令示例格式如下（用十六进制表示），5 字节命令：

命令： **23 31 01 FE 0D**

中间的空格是为阅读方便加入的，命令发送时从第一字节依次发送 5 个字节。

- 第一字节，23 是 LDD 系列产品命令的前导码，每一个 LDD 产品的命令都以 23H 开头。
- 第二字节，31 是 LDD 系列产品命令的地址码，在网络连接时，用于区分该命令是发给哪一个 LDD 产品的，二进制地址码的取值范围是 00~FF。
- 第三字节，01 是命令代码。
- 第四字节，FE 是命令代码的反码。
- 第五字节，0D （↙） 回车码，是 LDD 系列产品的命令结束码。

LDD 系列产品响应二进制命令的返回数字格式示例如下（用十六进制表示），依次按顺
序接受了 6 个字节（中间无空格）：

返回： **2A 31 45 A9 EC 0D**

- 第一字节，2A 是 LDD 系列产品返回数字的前导码，每一个 LDD 产品的返回都以 2AH 开头。
- 第二字节，31 是 LDD 系列产品的地址值，该地址值可用于校验发送与接受的 LDD 产品是否匹配。
- 第三、四字节，45 A9 分别是返回数字量的高位字节和低位字节，对“01”命令为压力值。对“02”命令为温度值。
- 第五字节，EC 是校验码，等于数字量高位字节异或低位字节（即 45 xor A9=EC），同时表示返回数字量大于 0 。如果返回数字量小于 0，则校验码等于数字量高位字节异或低位字节后取反，此时上例中该字节的值应为 13（即 NOT(45 xor A9)=13）。
- 第六字节，0D （↙） 回车码，是 LDD 系列产品的命令结束码。

LDD 系列智能数字压力变送器命令码及注解

命令码	描述	命令参数	命令举例	回送举例
01	读当前压力值	无	23 31 01 FE 0D	2A 31 12 AB 46 0D
02	读当前温度值	无	23 31 02 FD 0D	2A 31 89 34 CE 0D
03	软件复位	无	23 31 03 FC 0D	无

01 读当前压力值

“01”命令与 ASCII 码的 PO 命令类似，返回值是当前压力与比例因子的乘积。返回值以二进制方式表示，位于整个回送的第三、四字节。与 PO 命令不同，返回值放大了 10^N 倍，N 是当前满量程的小数点的位数，用读满量程命令 F？确定。如果压力单位改变使满量程小数字数改变，则 N 自动作相应的改变。例如满量程为 14.000 则 N 等于 3，又如满量程

为 100.00 则 N 等于 2。

假设 N 等于 3，地址为 31H，用二进制命令读压力值的例子如下：

依次送入字节：23 31 01 FE 0D

若依次返回： 2A 31 12 AB B9 0D

B9=12 xor AB，表明 12 和 AB 无传送误码，同时压力值为正。12AB（HEX）=4779，压力值为+4.779。压力单位由 ASCII 命令“ U？ ”确定。

又如：

依次送入字节：23 31 01 FE 0D

若返回： 2A 31 12 AB 46 0D

46=NOT（12 xor AB），表明 12 和 AB 无传送误码，同时压力值为负。12AB（HEX）=4779，压力值为-4.779。压力单位由 ASCII 命令“ U？ ”确定。

02 读当前温度值

与“ 01 ”命令类似，只是 N 总是等于 1，即返回值永远放大 10 倍。例如命令：

23 31 02 FD 0D

若返回： 2A 31 00 9B 9B 0D

9B=00 xor 9B， 9B（HEX）=155，表示温度为+15.5。

若返回： 2A 31 00 9B 64 0D

64=NOT(00 xor 9B)， 9B（HEX）=155，表示温度为-15.5。

03 软件复位

发送命令：23 31 03 FC 0D，将软件复位地址为 31 的 LDD 产品，无返回

ⅲ）出错信息

LDD 系列产品只对具有正确引导码并且与自身地址符相同的命令,才作出响应。如果引导码及自身地址符正确，但命令或命令参数错误。LDD 系列产品返回”*Err”，表示错误。

错误的产生可能有以下原因：

1）错误的命令，前述命令以外的字符。

2）命令参数错误，如位数不对，十六进制和十进制的混淆等。

5.LDD 传感器中 SDI-12 通讯协议的使用

ⅰ)概述

SDI-12 数据记录设备和传感器通过数据线，用 ASCII 码交换进行相互间的通信。数据记录设备发送起始信号（break）唤醒数据线上的传感器。数据记录设备发送命令读取传感器的测量值。每个命令针对一个指定的传感器。每个命令的第一个字符是唯一的传感器地址，它指明欲通信的传感器。SDI-12 总线上的其它传感器对该命令不予理睬。有关 SDI-12 协议的详细规则请查阅 http://www.sdi-12.org

SDI-12 电气特性层的原始定义是采用三线方式（电源、地和一根数据线），信息由 TTL 电平的双向单根数据线传输交换，位结构格式与异步串行通讯的格式相同。由于这种传输方式的传输距离短、抗干扰能力差，目前有许多的传感器和数据采集系统已摒弃单根数据线传输的方式，改用传输更加可靠、传输距离更远的 RS485 协议，而波特率、位结构和命令层仍保留 SDI-12 的协议。LDD 产品为了与

具有 SDI-12（RS485 方式）的数据采集器相连，为用户在 LDD 产品中嵌入了部分 SDI-12 的命令协议，用于读取 LDD 产品的压力和温度值。

ⅱ)SDI-12 的波特率和位结构格式

1 个起始位
7 个数据位，现传送最低有效位
1 个校验位，偶校验
1 个停止位

ⅲ)LDD 产品中的 SDI-12 协议

1．LDD 产品响应 SDI-12 命令 aR0!

LDD 产品响应 SDI-12 的连续测量命令 aR0 !，应答当前的压力值和温度值。”aR0!”中”a”是传感器的地址符，SDI-12 地址的定义和取值范围与 LDD 产品的相同。当 LDD 产品接收到与自身地址相同的 aR0!命令后，按如下格式应答压力和温度值。

a<values>(CR)(LF)

其中 a 是地址符，以便数据采集器确认是哪一个传感器应答的数据。所有应答都以回车符（十六进制 0D，十进制 13）和换行符（十六进制 0A，十进制 10）结尾。本文以<CR><LF>表示。<values>是应答的压力和温度数据，为 13 字节定长，格式如下：

± x x x . x x x ± x x . x

其中 x 是 0~9 的 ASCII 数字，±是符号位，大于 0 时为“+”(ASCII 码的 43)，小于 0 时为“-”(ASCII 码的 45)。前面部分是压力的值，小数点的位置随满量程的不同而不同。后面部分是温度值。例如：

1R0!1+001.890-01.6(CR)(LF)

表示压力为+001.890，而温度为-01.6℃

2．LDD 命令协议和 SDI-12 协议的切换

LDD 产品是在原有的 LDD 命令协议的基础上嵌入了 SDI-12 协议。目前对 SDI-12 协议的命令，仅支持 aR0!命令，即仅能读取压力和温度值。LDD 产品的其他功能

（如：更改地址）只能在 LDD 命令协议下实现。这两种协议的位结构、命令都不相同，不能同时使用。可以用我公司提供的工具软件 ”LDD Start with sdi12 ” 切换这两种协议。

3．数据采集器使用 LDD 产品中 SDI-12 协议的要点

1．LDD 产品中同时具有 LDD 命令协议和 SDI-12 协议，确信已切换到 SDI-12 协议。

2．设置数据采集器的波特率和位结构满足 SDI-12。

3．按 SDI-12 协议的要求发 break 信号、mark 信号。

4．发 aR0!命令，并立即切换 RS485 到接收状态，等待 LDD 的应答。

5．地址相同的 LDD 应答 aR0!命令，采集器接收 LDD 的压力和温度值。

4． LDD 产品中的 modbus 协议

我公司将根据用户的要求在 LDD 产品中嵌入 modbus 协议。

6.零位与满量程的校正

ⅰ）用去皮重和比例因子修正零位和满度输出

sz 命令是一个非常有用的命令，可以在任意时刻任意压力的情况下，设定当时的压力为新的起点 “ 0 ”，而不会改变产品的灵敏度和实际 “ 0 ” 压输出。常使用 sz 命令去皮重。并可以在任何时刻关闭 sz 的功能。---再一次执行 sz 命令，使之返回 “ sz OFF ”。

sz 命令的返回是 sz 命令执行后的状态。如 sz 打开则返回 “ sz ON ”，如 sz 关闭则 “ sz OFF ”，不要企图使用 sz 命令的返回字符串去判断 sz 的状态。因每执行一次 sz，则 sz 的状态都会反转变化，而且，原有的 sz ON 时的皮重值，当执行 sz 后都会丢失。要判断 sz 的状态(是否已有去皮重),用 S?命令。

在实际使用中，可以用 sz 命令使 LDD 的输出平移到 “ 0 ”（去皮重），也可以使用比例因子对输出的灵敏度进行修正。这些修正措施都不会影响 LDD 在工厂时标定的参数。可以再一次执行 sz 命令关闭 “ 去皮重 “ 功能，或重新设置比例因子到 ” 1 “ 恢复原有的灵敏度。

比例因子可用于修正满度输出的偏差。可设定 0.75~1.25 之间的比例因子，使 P0 的输出和二进制命令 01 的输出为当时测量压力与比例因子的乘积。比例因

子的设定不影响出厂是标定的灵敏度。

图 5 示意了 sz 打开和关闭对 PO 命令的影响。图 5(A)是 sz 关闭(sz OFF)时压力与 PO 返回值的关系,设在压力值 P1 时执行 sz 命令,使 sz 打开，在 sz ON 时，压力与 PO 返回值的关系如图 5(B)。

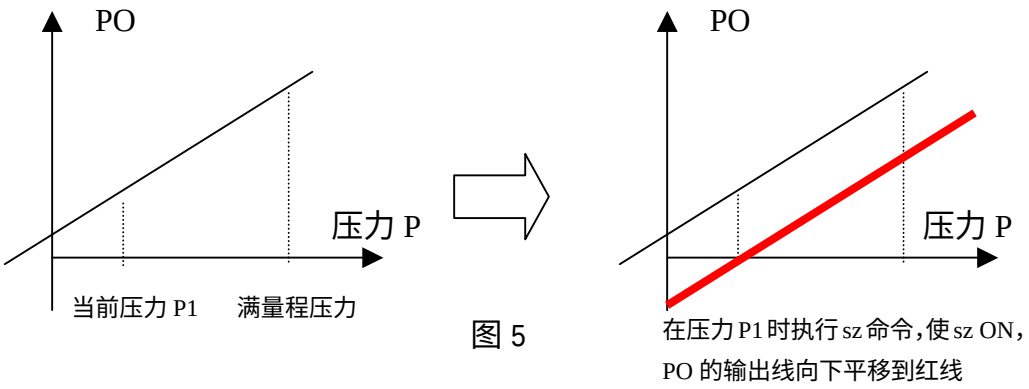


图 5

图 6 示意了比例因子为 1（实线）和比例因子小于 1 时，PO 输出线的对比情况。

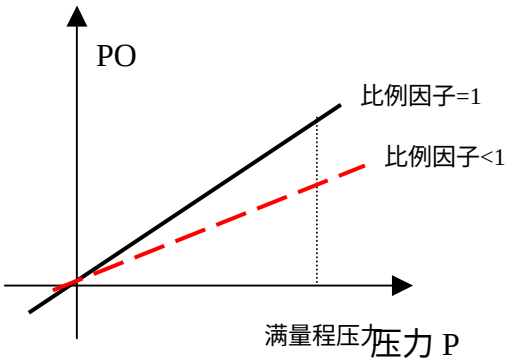


图 6

ii)用调校命令对零位和满度进行校正

cz、cf 命令必须在实验室的计量仪表上运行,用于校验产品。而 sz 命令可以在用户 RTU 的任何时刻执行。sz 命令用于计量压力的相对变化。

零位和满度可以用 cz 和 cf 命令进行校正。用户在使用过程中尽可能使用 sz 命令和比例因子对零位和灵敏度（满度）进行修正。cz 和 cf 命令将对出厂时

标定的零位和灵敏度进行重新的校正，需要特别慎用。cz 和 cf 命令主要用于当长时间的使用 LDD 的零位或灵敏度产生漂移后，或者由于计量部门的需要对 LDD 重新计量标定时，使用比 LDD 高一级的标准压力源在计量室内重新标定 LDD。分别使用 cz 和 cf 命令重新标定 LDD 的零位和灵敏度（满量程)。标定完成后用 st 命令永久保存新的值，作为下次上电或软件复位后的值。

零位校正步骤：

1. 安装 LDD 和相关的压力标准等，确保压力无泄露、与计算机的通讯正常。

2. 控制压力到零位，等待 LDD 的输出稳定。

3. 向 LDD 发送 cz 命令。LDD 返回 cz Done，表明 LDD 已成功执行 cz 命令。此时 P0 命令的返回值应为 0

4. 执行 st 命令永久保存 cz 命令调整的新值。

满量程校正步骤：

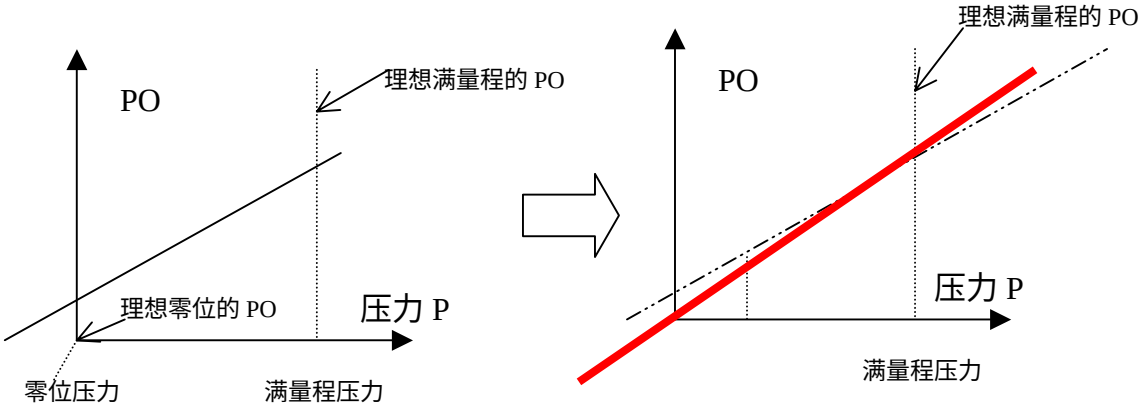
满量程的校正步骤与零位校正的类似，无论当前的压力单位是什幺，加满量程压力时，加到 LDD 产品出厂时给定的满量程压力即可，出厂时给定的满量程压力可用 F？命令读取。在任意一个压力单位完成校正即可，其它的压力单位自动完成。但为直观明了，最好选择与压力标准相同的压力单位。

1. 安装 LDD 和相关的压力标准等，确保压力无泄露、与计算机的通讯正常。

2. 控制压力到满量程压力，等待 LDD 的输出稳定。

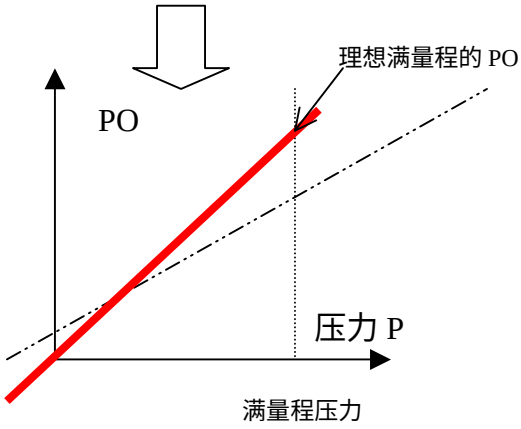
3. 向 LDD 发送 cf 命令。LDD 返回 cf Done，表明 LDD 已成功执行 cf 命令。此时 P0 命令的返回值应与 F？命令读取的值相同。

4. 执行 st 命令永久保存 cz 命令调整的新值



校验前有零位和满量程的偏差

cz 命令校验零位偏差



cf 命令校验满量程偏差

附录 A：计算机串口通信软件“超级终端”使用简介

由于 LDD 系列产品采用简单的 ASCII 码命令格式，许多的计算机串行口的通信软件都可以用于对 LDD 产品进行操作。***“超级终端”***是 Windows95/98/2000 中提供的用于通过串行口对终端进行通信的应用程序，在 Windows3.x 中对应的程序 Terminal，也可以在 Windows95/98 下直接运行。***“超级终端”***位于 Windows95/98 系统的“开始/程序/附件/通信/超级终端”文件夹中。Windows95/98 在缺省条件下是不安装该文件夹的。如没有发现该文件夹，需要在“开始/设置/控制面板/添加/删除程序”中从“Windows 安装程序”中加入“通信/超级终端” 应用程序。

LDD 产品的所有命令都可以用***“超级终端”***来实现。***“超级终端”***是一个非常好的工具，使用户熟悉 LDD 系列产品的功能和命令。

每一个 LDD 产品出厂时均有一个设置地址，可用命令“#%A?”读取。出厂时的波特率为 19200BPS。这两个值用户可以随时修改。

在开始运用***“超级终端”***之前，请确认已的方法安装连接完毕 LDD 产品，并且在网络中只有一个 LDD 产品是地址“1”，否则可能会产生总线冲突。

***“超级终端”*的设置和使用**

在运行***“超级终端”***的过程中，需先设置各种通信参数。包括给出一个文件名和文件图标，设定串行口，数据格式，波特率。你可以最后将这些设置用一个文件名（如 LDD.ht）存盘，下一次只需打开这个文件，而无需重新作这些设置。该软件将使用串行口经 RS232-RS485 的适配器与 LDD 系列产品进行通信。步骤如下：

1) 单击“开始/程序/附件/通信/超级终端”，打开文件夹。
2) 双击运行“Hypertrm.exe”应用程序。
3) 按提示键入文件名，如“LDD“。进入到“连接到”窗体。
4) 在“连接时使用”下拉菜单中，选择“直接连接到串口 1”，进入“COM1 属性” 窗体。
5) 设置通信参数：波特率：19200,数据位:8 奇偶校验: 无, 停止位(stop bit):1, 流量控制:无。确定后，进入应用程序的主窗体。
6) 单击超级终端应用程序的“文件/属性”，打开“LDD 属性”页，点击“设置”，再点击“ASCII 码设置”，进入“ASCII 码设置” 窗体。
7) 选中全部选项，即选中“以换行符作为发送行结尾”,“本地显示键入的字符”,“将换行符附加到接收到的行末尾”,“将输入数据转换为 7 位的 ASCII 码”,“将超过终端宽度的行自动换行”。确定后退出到超级终端应用程序的。完成了***“超级终端”*** 的设置。
8) 点击“文件/保存”，保存设置以便今后使用。

在设置好的***“超级终端”*** 主窗体内直接键入 LDD 的合法命令，即可与 LDD 产品通讯。

例如：读地址为“1”的 LDD 产品的压力值，键入命令：#1PO 紧接着敲回车（Enter)。若相应的 LDD 产品压力值是+123.456，应返回：*+123.456 和回车（在窗体上光标换行)。

又如：将地址为“1”LDD 产品的波特率从 19200 改为 9600，步骤如下：(↙表示回车)

#1P0↙ ；命令，读 LDD 的压力值

***+123.456↙**　　；返回，LDD 当前的压力值

#1mb3↙　　；命令，改波特率到 3 — 9600

　　；返回，改波特率命令，无返回值

#1P0↙　　；命令，再读 LDD 的压力值

　　；返回，波特率不匹配，无返回值

重新设置 ***“超级终端”***，单击“文件/属性”，打开“LDD 属性”页，将波特率改为：9600，其余不变。返回到 ***“超级终端”*** 的主窗体内，继续以下操作：

#1P0↙　　；命令，读 LDD 的压力值

***+123.456↙**　　；返回，LDD 当前的压力值

命令返回正确，说明波特率已成功改为 9600。

附录 B：压力单位换算表

	牛顿/米2(帕斯卡)(Pa)	公斤力/厘米2 (kgf/cm2)	巴(bar)	标准大气压(atm)	毫米水柱4oC(mmH2O)	毫米水银柱0oC(mmHg)	磅/英寸2(psi)
Pa	1	$10.1972x10^{-6}$	$1x10^{-5}$	$0.986923x10^{-5}$	0.101972	$7.50062x10^{-3}$	$145.038x10^{-6}$
kgf/cm2	$98.0665x10^{3}$	1	0.980665	0.967841	10x103	735.559	14.2233
bar	$1x10^{5}$	1.01972	1	0.986923	$10.1972x10^{3}$	750.061	14.5038
atm	$1.01325x10^{5}$	1.03323	1.01325	1	$10.3323x10^{3}$	760	14.6959
mmH2O	0.101972	$1x10^{-4}$	$9.80665x10^{-5}$	$9.67841x10^{-5}$	1	$73.5559x10^{-3}$	$1.42233x10^{-3}$
mmHg	133.322	0.00135951	0.00133322	0.00131579	13.5951	1	0.0193368
PSI	$6.89476x10^{3}$	0.0703072	0.0689476	0.0680462	703.072	51.7151	1

附录 C：变送器接触介质部分耐腐蚀材料的选用参考表

完全兼容的介质

醋酸	氯气（干燥的）	硫化氢
酒精，乙基	咖啡，牛奶	亚麻油
氢氧化铝	氮化银	汞，水银
硫酸铝	氯化钠	硝酸(<65%)
氨水	丙酮	油类
氢氧化氨	四氯化碳	蔬菜汁／无机物
啤酒，葡萄酒，威士忌	杂酚油	氢氧化钾
苯	醚类	污水
血液	聚氯乙烯	皂类
硼酸	氮化铁	尿酸
钙	燃油，汽油	乙酸铝
一氧化碳气体	甘油	
碳酸饮料	过氧化氢	

基本满足兼容条件的介质

氢氧化钙 (50%沸腾)	铬	磷酸(沸腾的)
硝酸盐	含氯的水	海水
氯乙酰		

不推荐测量的介质

氯化铝	氟(气)	碘
氯气(潮湿的)	盐酸苯胺	溴
盐酸	氯化铁	氯化银
硫酸		